



EESTI MAAÜLIKOOL  
Tehnikainstituut

**Ülar Lembke**

**UNIVERSAALSED RONIMISRAUAD MADAL- JA  
KESKPINGELIINIDEL  
UNIVERSAL POLE CLIMBERS FOR LOW- AND MEDIUM-  
VOLTAGE LINES**

Bakalaureusetöö  
Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: Arne Küüt PhD

Tartu 2018

# LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Ülar Lembke		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Universaalsed ronimisraudad madal- ja keskpingeliinidel			
Lehekülgi:41	Jooniseid:9	Tabeleid:0	Lisasid:1
Õppetool: Biomajandustehnoloogiad			
Uurimisvaldkond:			
ETIS teadusvaldkond: 4. Loodusteadused ja tehnika			
ETIS teaduseriala: 4.14. Tootmistehnika ja tootmisjuhtimine			
CERCS teaduseriala: T450 Metallitehnoloogia, metallurgia, metallitooted			
Juhendaja: Arne Küüt PhD			
Kaitsmiskoht ja –aasta: Tartu 2018			
<p>Eestis on elektriliinide ehitusel kasutatud puidust poste ja raudbetoonposte. Empower OÜ töolistega diskusseerides ilmnes probleem, et puuduvad sellised ronimisraudad mis sobiksid ronimiseks nii puidust kui ka raudbetoon postide otsa.</p> <p>Töö eesmärgiks on töötada välja ja projekteerida universaalsete ronimisraudade prototüüplahendus. Töös vaadeldi erinevaid patente ning analüüsiti nende plusse ja miinuseid. Selgitati välja etteantud tingimused ja leiti parim lahendus projekteeritavateks universaalseteks ronimisraudadeks. Analüüsile tuginedes projekteeriti universaalsete ronimisraudade prototüüplahendus. Lähitulevikus planeerib töö autor prototüüplahendust täiendada ja valmis ehitada ronimisraudad mida patendeerida.</p>			
Võtmesõnad: ronimisraudad, universaalne, projekteerimine, mehaaniline			

## ABSTRACT

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Ülar Lembke		Speciality: Production engineering	
Title: Universal pole climbers for low- and medium-voltage lines			
Pages:41	Figures:9	Tables:0	Appendixes:1
<p>Chair: Biosystems engineering</p> <p>Field of research:</p> <p>ETIS category: 4. Natural Sciences and Engineering</p> <p>ETIS speciality: 4.14. Industrial Engineering and Management</p> <p>CERCS speciality: T450 Metal technology, metallurgy, metal products</p> <p>Supervisors: Arne Küüt PhD</p> <p>Place and date: Tartu 2018</p>			
<p>Poles used commonly on low- and medium voltage lines in Estonia are made of wood or concrete. While discussing with Empower OÜ workers, a problem occurred that influences line workers everyday work - there are no universal climbing gear suitable for both concrete and wooden poles. Aim of the thesis is to develop and design prototype for universal climbing gear. The thesis seeks guidance from different climbing gear patents and analyses their pros and cons. The thesis gets an overview on the conditions set for climbing gear and searches for the best solution. Having analysed the patents and conditions set, the thesis offers a design for a suitable prototype. Author of the thesis plans to complete the draft for the prototype in the near future and patent it.</p>			
Keywords: pole climbers, climbing gear, universal, designing, mechanical			

# SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	2
ABSTRACT	3
SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	5
2. ELEKTRIPOSTIDEST JA RONIMISRAUDADEST	6
2.1. Eestis kasutusel olevad elektripostid, madal ja keskpingeliinidel	6
2.2. Eestis kasutatavad ronimisraudad	7
2.3. Tasuvusanalüüs	10
2.3.1. Hetke kulud elektripostide vahetamiseks ja ronimisraudade soetamiseks	10
2.3.2. Projekteeritava seadme kasutuselevõtuga seotud kulud	11
3. PATENDIUURING	13
3.1. Pole climbing shoe (Patent US857430)	13
3.2. Lineman's climbing iron (Patent US1632688)	14
3.3. Climber for concrete poles (Patent US3004622)	15
3.4. Pole climbing irons (Patent EP0041490A1)	16
3.5. Otsingutulemuste analüüs	16
4. ETTEANTUD TINGIMUSED	18
5. PARIMA VARIANDI VÄLJASELGITAMINE	19
5.1. Erinevad lahendused	19
5.1.1 Tugiraudade asukoht jalas olles	19
5.1.2. Kuluosade vahetamine	20
5.2. Variantide hindamine	20
5.2.1 Tugiraudade asukoht jalas olles	20
5.2.2 Kuluosade vahetamine	21
5.3 Hindamise kokkuvõte	21
6. PROJEKTEERIMINE	23
6.2. Raam ja jalakinnitused	25
6.3. Ohutus	25
KOKKUVÕTE	27
SUMMARY	28
KASUTATUD KIRJANDUS	29
LISAD	31
LISA A. Universaalsete ronimisraudade detailide joonised.	32
LIHTLITSENTS	41

## SISSEJUHATUS

Eestis on elektriliinide postidena kasutusel nii raudbetoonist kui ka puidust elektripostid ja üsna tihti on mõlemad postid kõrvuti samal liinil. Empower OÜ töölistega diskusseerides ilmnes probleem, mis seisneb elektriliinide tööliste varustuse koguses mida oleks vaja vähendada. Lõputöö teemaks on universaalsed ronimisraudad madal- ja keskpingeliinidel, mis on vajalikud, et vähendada elektrikute kaasaskantava varustuse kogust ja kaalu. Projekteeritavad jalarauad puuduvad lähiriikide tootjate tootevalikust ning nende saadavuse kohta globaalselt puudub igasugune info. Töö eesmärk on välja töötada lahendus ja projekteerida universaalsete ronimisraudade prototüüplahendus, mida saab kasutada nii puidust kui ka raudbetoonist elektripostide otsa ronimiseks, mis vähendaks tööliste kandamit ning lihtsustaks nende igapäevatööd.

Töö jaguneb viieks peatükiks, mis annavad ülevaate Eestis kasutusel olevatest elektripostidest ja ronimisraudadest. Lisaks viiakse läbi patendiuuring selgitamaks, millised on olemasolevad ronimisraudad. Seejärel vaadeldakse täpsemalt elektripostide jaoks mõeldud ronimisraudadele seatud tingimusi ning analüüsitakse sellest lähtuvalt, millised peaksid olema ronimisraudad, mis täidaksid oma eesmärgi senistest töötajasõbralikumalt. Analüüsile tuginedes projekteeritakse universaalsete ronimisraudade prototüüplahendus. Universaalsete ronimisraudade projekteerimisel kasutatakse olemasolevate ronimisraudade lahendusi täiustatud kujul.

Töö koostamisel oli abiks juhendaja Arne Küüt.

## **2. ELEKTRIPOSTIDEST JA RONIMISRAUDADEST**

### **2.1. Eestis kasutusel olevad elektripostid, madal ja keskpingeliinidel**

Elektriliine projekteeritakse erinevalt sõltuvalt tööde teostamise asukohast. Elektriliinide komponentidena kasutatakse kandemaste, nurgamaste, lõpumaste, ankrumaste, nurgaankrumaste ja hargnemismaste (Sirel, Beek 2015).

Madal- ja keskpingeliinidel kasutatakse puit, raudbetoon, teras või alumiiniumisulamitest poste. Eestis on levinumateks puitpostid, mis on viimastel aastakümnetel levinum valik ja mille kasutamine on reglementeeritud standardikeskuse standardite järgi (Teemets 2010). Siiani kasutatakse laialdaselt ka betoonposte, mis on kasutusel Nõukogude ajast (Palu, Valtin, Raesaar, Tammoja 2014). Sageli kasutatakse ühel liinil nii puit- kui betoonposte. Jooniselt 2.1. on näha, kuidas on elektriliinid Eestis ehitatud, erinevast materjalist postid samal liinil.



**Joonis 2.1.** Erinevast materjalist elektriliini postid samal liinil. (Foto: Autori erakogu)

Puitpostid on mõõtmatega 7-18 m kõrgust ja posti ladva läbimõõt on 15-21 cm (Tarkmees 2017), postide eluiga on 30-80a ja viimane sõltub puidu immutamiseks kasutatud vahendist, pinnasest kuhu post paigaldatakse ja ilmastikuoludest (Palu, Valtin, Raesaar, & Tammoja 2014). Puitpostide kasutamise eelis, mille tõttu viimastel ajal Eestis neid kasutada eelistatakse, seisneb ka selles, et need on betoonpostidest kergemad ja tormiga murdumisel ei tekita need sarnaselt betoonpostidele “Doomino” efekti. Puidust postid jäävad traadiotsa rippuma ja ei kisu ka järgnevaid poste pikali. (Pivovarov 2010)

Praegusel hetkel on Eestis enamjaolt ikkagi kasutusel raudbetoon postid, mida on kokku 461 708 tk. Seevastu puidust poste on hetkel kasutusel 297 029 tk. Betoonpostide mõõtmed on 10,5 m kõrgus ning külgede pikkused vastavalt 220x180cm (Rasmjerõ info 2018) ja nende elueaks on 40-50a. Elektriposte asendatakse üldjuhul ressursi ammendumisel, kui objekti pole planeeritud rekonstrueerida maakaabelliiniks. (Palu, Valtin, Raesaar, & Tammoja 2014). Raudbetoon postid on küll pika tööeaga, kuid nende puuduseks on haprus (Teemets 2010).

Eestis haldab elektrivõrke ja seega ka elektriliine Elektrilevi OÜ. Uue elektrivõrgu ehitamisel ja puitpostide väljavahetamisel võib kasutada ainult Elektrilevi OÜ poolt väljastatud dokumendis P355 toodud immutusega ja Elektrilevi OÜ poolt heakskiidetud tootjate puitposte. Kreosootõliga immutatud puitposte võib kasutada õhuliinidel hajaasustusega piirkondades, va õuealadel, parkides, aedades ning puhke- ja muudes vabaõhurajatistes, kus on risk, et puit puutub sageli kokku inimese nahaga. Neis kohtades tohib kasutada *Tanalith E-7*, *Tanalith E3475*, *Wolmanit CX-8* või *Celcure C4*-ga immutatud puitposte. Postid jagatakse erinevatesse klassidesse diameetri järgi, kusjuures mõõtmisel ja lubatud tolerantside osas lähtuda standardist EVS-EN 14229:2015. (Elektrilevi OÜ 2017)

## **2.2. Eestis kasutatavad ronimisraud**

Puidust ja raudbetoonist mastide otsa ronimiseks kasutatakse oma ehituselt erinevaid ronimisraudu. Kõige turvalisem on remonttöid teostada aga korvtöstukiga (Zimmermann 2014). Korvtöstukiga töötamine on töövõtjatel sageli piiratud Eesti iseäraliku kliima tõttu, mis ei lase raske masinaga iga posti juurde jõuda. Tööde teostamise asukoht võib olla

raskesti ligipääsetav ka pinnase iseärasuse tõttu, kuna raske masinaga, korvtõstuki all, ei pääse igale poole ligi. (Sirel, Beek 2015)

Euroopa Komisjoni 2006. aastal välja antud ajutiste kõrgtööde jaoks sobivate tööriistade kohta käivate soovitude kohaselt on elektripostidel töötamine väga ohtlik. Elektripostidel töötamiseks kõige turvalisemaks tõstevahendiks nimetab EK isoleeritud tõstekorve ja -platvorme. Siiski on olukordi, kus korvtõstuki vms vahendiga juurde pääsemine ei ole võimalik, ning ainukeseks töövahendiks, millega postile ronida, on ronimisraud. “See on eritöö, mille puhul tööandja peab tagama, et: töötamisel pingestatud osadel kasutatakse üksnes järeleproovitud ja katsetatud ohutuid töömeetodeid; töid teostavad üksnes kvalifitseeritud elektrikud, kes on saanud vastava eriväljaõppe ja oskavad rakendada ohutusmeetmeid; kasutatakse tööprotsessi ja pinge jaoks sobivaid vahendeid ja tööriistu; elektriga seotud ohtude eest kaitsmiseks võetakse tehnilisi, organisatsioonilisi ja individuaalseid erimeetmeid” (Euroopa Komisjon 2006).

Ronimisraud on projekteeritud kandma kasutaja raskust kasutades selleks postiga haakuvaid kinniteid ja kasutaja keharaskust. Siiski on ronimisraudade kasutaja ohutuse huvides kasutada alati isiklikke kaitsevahendeid, milleks võib ronimisraudade puhul olla turvarihm (Euroopa Komisjon 2006).

Puidust ja raudbetoonist mastide otsa ronimiseks kasutatakse oma ehituselt erinevaid ronimisraudu. Guido Zimmermanni (2014) küsitlusest elektrimontööride seas, nimetasid viimased ronimisraudu oma igapäevasteks töövahenditeks. Samas uurimuses kinnitas 68% vastanutest, et nende igapäevatööd raskendavaks asjaoluks on töövahendite liikuvad või teravad osad. (Zimmermann 2014)

Eestis on hetkel laialt levinud CT2 puitpostidele mõeldud ronimisraud (vt joonis 2.2.). Ronimiseks on vajalik ronimisraud kinnitada mõlema jala külge. Ühe raua mass on 1,83kg ( autori mõõtmise tulemus). Need on valmistatud alumiiniumisulamist ja on reguleeritavad vastavalt posti diameetrile, 200-300mm (ENSTO OÜ 2018).





**Joonis 2.2.** Puitpostirauad CT2. (ENSTO OÜ 2018)

Samuti on Eestis levinud raudbetoonpostidele sobivad ronimisraudad (vt joonis 2.3). Raudbetoonpostidele ronimiseks kasutatavad raudad on tänapäeval Elektroskandia OÜ toodang. (Kolk 2018) Ronimiseks on vajalik kinnitada ronimisraud mõlema jala külge. Ühe raua mass on 2,42 kg (autori mõõtmise tulemus).



**Joonis 2.3.** Betoonposti ronimisraudad. (Foto: Autori erakogu)

Mujal maailmas on kasutusel peamiselt puidust elektripostid ja tänu sellele on Norras läbi viidud projekt leidmaks uusi, paremaid võimalusi puidust elektripostide otsa ronimiseks (Solum 2017). Jooniselt 2.4. on näha ronimis kannuseid mida Norras katsetati.



**Joonis 2.4.** Ronimis kannused. (T&G, 2017)

Eelnimetatud ronimisraudad on vaid näited peamiselt kasutusel olevatest ronimisraudadest. Nende disaini juures hakkab silma raudade sisekülgedel asetsevad terad mida kasutatakse postiotsa ronimiseks. Nende ronimisraudade puuduseks võib nimetada nende sobivust vaid ühte liiki elektripostidele.

## **2.3. Tasuvusanalüüs**

### **2.3.1. Hetke kulud elektripostide vahetamiseks ja ronimisraudade soetamiseks**

Jaotusvõrguettevõtte põhikohustuseks on kindlustada klientidele töökindel ja kvaliteetne võrguteenus vähimate võimalike tariifide juures. Samas on varustuskindluse tõstmine kulukas ja nõuab elektrivõrgu ettevõttelt suuri investeeringuid, millega kaasneb võrgutasude tõus. Kuna eestis on kokku 461 708 betoonposti ( Palu, Valtin, Raesaar, & Tammoja 2014), siis nende kohene puitpostide vastu välja vahetamine ei ole otstarbekas.

Kuna olemasolevad ronimisraud ei ole universaalsed sobimaks nii puit- kui betoonpostidele, kaasneb nende kasutamisega töötaja jaoks oluline ajakulu, mis omakorda tähendab lisaväljaminekut jaotusvõrgu ettevõtte jaoks. Sellest lähtuvalt ka ajakulu arvutus:

Kahe erineva posti otsas tehtav töö -  $Q$

Postiotsa ronimise aeg -  $Q_{\ddot{u}}=3min$

Postiotsast alla ronimise aeg -  $Q_a=3min$

Raudade autost toomiseks kuluv aeg -  $Q_m=5min$

$$Q = Q_{\ddot{u}} + Q_a + Q_m = 3 + 3 + 5 = 9 min$$

Kui kasutada universaalseid ronimisraudu, siis saame valemist ära jätta  $Q_m$ , mis olenevalt tööde teostamise asukohale autoga ligipääsetavusest võib tähendada olulist ajakulu vähenemist.

Betoonpostide kasutamise muudeks pooltargumendideks on Jonathan Kiiski nimetanud ka seda, et betoonpostid vajavad vähe hooldust tänu oma komponentidele. Jonathan Kiiski tööst võib välja lugeda selle, et tänu oma pikale elueale ja vastupidavusele peaks kasutama need postid oma eluea lõpuni. (Kiiski 2010)

### **2.3.2. Projekteeritava seadme kasutuselevõtuga seotud kulud**

Eestis töötab 2003aasta seisuga 1180 elektrimontööri (Statistikaamet 2018), kelle põhivarustuse hulka peavad kuuluma ronimisraud elektrikpostidele ronimiseks. Töötajate varustuse kaalu vähendamiseks ja mitteuniversaalsete ronimisraudade kasutamisest tuleneva lisa ajakulu ära hoidmiseks, tuleks kõikide ronimisraudu igapäevatöös vajavate töötajate varustus uuendada.

Kuna mitteuniversaalseid jalaraudu kasutades vajaksid kõik töötajad eraldi nii puitpostidele kui betoonpostidele sobivaid jalaraudu, tähendab see ettevõtte jaoks topelt töövahendite soetamise tõttu ka suuremaid kulutusi. Lisaks sellele peaksid tööandjad lähtuvalt EV töövahendi kasutamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuetele (RT I 2000, 4, 30) töövahendite valikul lähtuma töökeskkonna tingimustest ja valida sinna sobivad ergonoomilisi tööasendeid võimaldavad töövahendid. Kuna olemasolevad ronimisraud ei sobi universaalselt nii puit- kui betoonpostidele, peavad töötajad kandma kaasas topelt

varustust, tekitades nii lisa ajakulu. Sellest lähtuvalt võib järeldada, et uute universaalselt kõikidele elektripostidele sobivate ronimisraudade kasutuselevõtt on vajalik töötajate töötingimuste parandamiseks ning asjatu ajakulu vähendamiseks.

### 3. PATENDIUURING

Olemasolevate elektripostide otsa ronimiseks mõeldud ronimisraudade erinevate patentide leidmiseks kasutati Google Patents (Google 2018) ja Espacenet (European Patent Office 2018) andmebaase. Otsingusõnadeks kasutati: lineman's climbing iron, pole climbing iron, climbing irons. Otsingutulemusteks saadi mitmeid erinevaid patente, mida on ülemaailmselt väljastatud nii Hiinas, Ameerikas, Saksamaal, Prantsusmaal kui ka Rootsis.

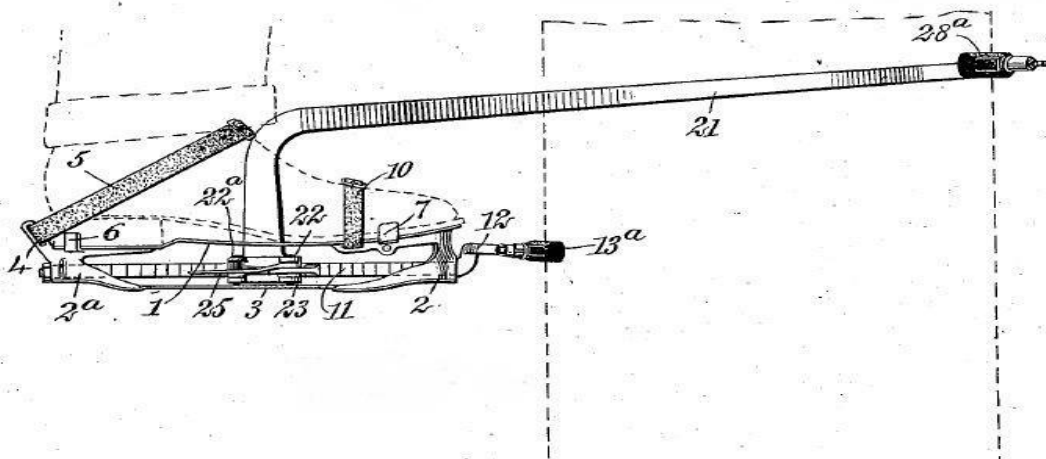
#### 3.1. Pole climbing shoe (Patent US857430)

Patendi number: US857430

Avaldamise kuupäev: 18. Juuni, 1907

Leiutajad: Carl Fredrik Youngquist, Carl Gustaf Youngquist

Tunnistajad: B.F. Hess, Karl J. Ellington



**Joonis 3.1.** Patendis US857430 kirjeldatud ronimisraud. 1-jalaplaat, 2-esimene toetuspadi, 2a-tagumine toetuspadi, 3-põhjaplaat, 4-rihma silmus, 5-rihm, 6-kanna pesa, 7-reguleeritavad jala suunajad, 10-rihm, 11-reguleerimisraam, 12-horisontaal kahvel, 13a-kummist padjad, 21-raam, 22-väljaulatuvad otsad, 22a-kinnitid, 23-lukusti, 25-hoob, 28a-sisemised kummipadjad. (Youngquist 1907)

Käesolev patent on välja antud Ameerika Ühendriikides ning on mõeldud puidust või metallist elektripostide, telefonipostide või lipuvarraste otsa ronimiseks. Projekteerimisel on kontaktpindadeks kasutatud kummipindasid, mis betoonpostidele ei sobi ja samuti ei ole see sobilik talvisel ajal Eestis. Tööasend raudadega postiotsas on kallutades tahapoole tugevamaks kontaktpinnaks posti ja jalaraudade vahel. Antud ronimisraudasid kasutades asutub elektripost kasutaja jalgade ees. Kuluosasid on mitmeid ja nende vahetamine on tülikas kuna on vaja kasutada abivahendeid.

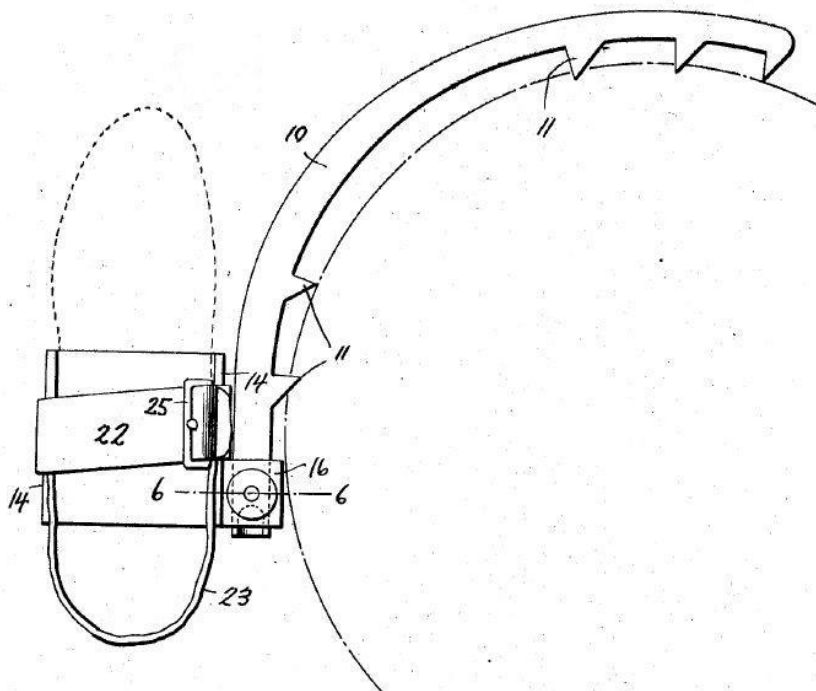
### 3.2. Lineman's climbing iron (Patent US1632688)

Patendi number: US1632688

Avaldamise kuupäev: 14. Juuni, 1927

Leiutajad: Wagna Allahverdian

Tunnistajad: Gerald Hennesy



**Joonis 3.2.** Patendis US1632688 kirjeldatud ronimisraud. 10-veerandringi kujuline raud, 11-hambad, 14-jala suunajad, 16-juhtelement, 22-rihm, 23-kannatugi, 25-rihma reguleerimis pannal. (Allahverdian 1927)

Käesolev patent on välja antud Ameerika Ühendriikides ja sarnaneb väljanägemiselt tänapäeval kasutatavatele puitposti ronimisraudadele (vt joonis 3.2.). Leiutaja on patendi

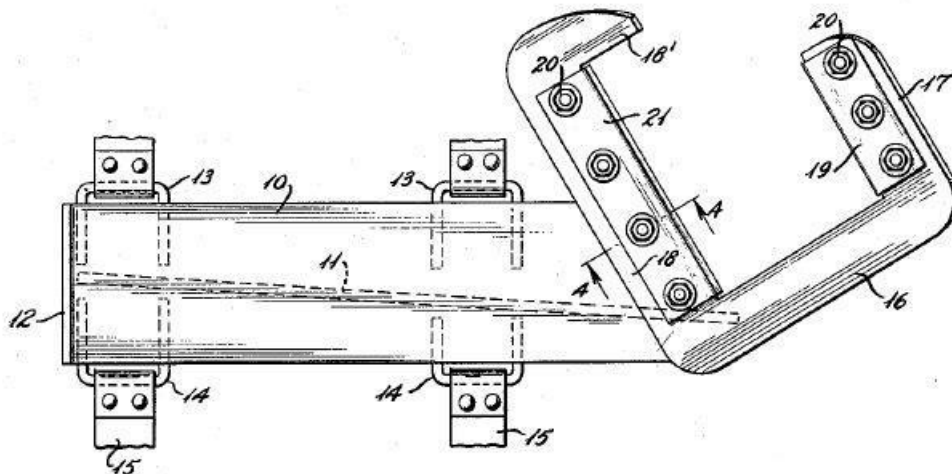
eesmärki kirjeldades märkinud, et leiutis on mõeldud elektrikutele, kes töötavad puitpostide otsas ja vajavad sea töötades kätega töötamise võimalust, mida nad ka kasutajale pakuvad. Antud ronimisraudasid kasutades asutub elektripost kasutaja jalgade vahel. Kuluosade vahetamine on tehtud väga lihtsaks. Tegemist on ainult puitpostidele mõeldud ronimisraudadega.

### 3.3. Climber for concrete poles (Patent US3004622)

Patendi number: US3004622

Avaldamise kuupäev: 17. Oktoober, 1961

Leiutajad: Dennis Lee Ringer



**Joonis 3.3.** Patendis US3004622 kirjeldatud betoonposti raud. 10-klamber, 11-tugevdusribi, 12-kanna stopper, 13-rihma aasad, 14-rihma aasad, 15-rihmad, 16-I kujuline tugi, 17-lühike kinnitusalus, 18-pikem kinnitusalus, 18'-konks, 19-elastne tera, 20-poldid ja mutrid, 21-tera. (Ringer 1961)

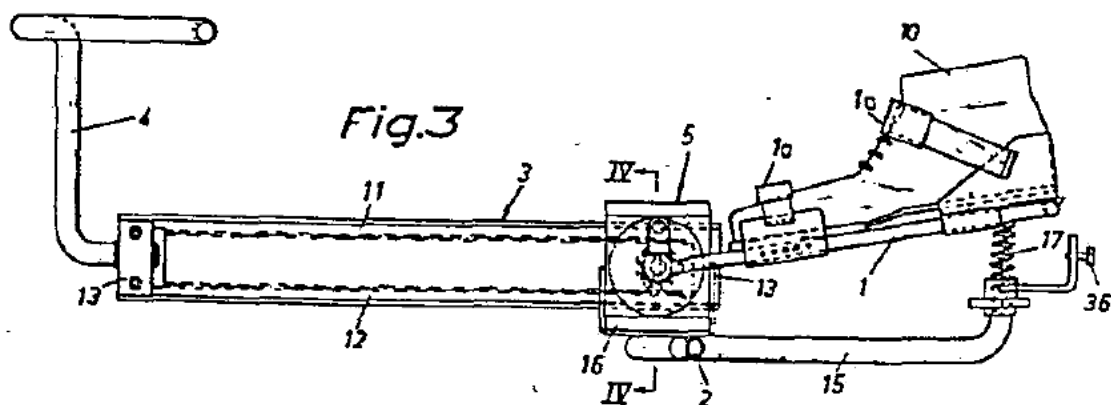
Käesolev patent on välja antud Ameerika Ühendriikides ja mõeldud elektrikele ohutult töötamiseks betoonpostide otsas. Betoonposti jalaraud on kujutatud joonisel 3.3. Leiutaja ise on öelnud et need jalarauad on mõeldud välja elanike ohutuse pärast, et elektrikud saaksid ohutult kõrgustes oma tööd teha. Ronimisraudade puuduseks on sobimatus ronimiseks puidust elektripostide otsa. Antud ronimisraudasid kasutades asutub elektripost kasutaja jalgade ette ja vaadates joonist, näeme et antud ronimisraudade poolt suunatud jalgade asend on ebaloomulik pannes kasutaja sundasendisse. Lisaks on antud ronimisraudade kuluosade vahetamine tehtud tüliliks rohkete kinnitusvahendite näol.

### 3.4. Pole climbing irons (Patent EP0041490A1)

Patendi number: EP0041490A1

Avaldamise kuupäev: 09. Detsember, 1981

Leiutaja: Henry Bergstedth



**Joonis 3.4.** Patendis EP0041490A1 kirjeldatud ronimisraud. 1-jalatoetus plaat, 2-tugipedaali liigend, 3-ühendusvars, 4-tugipedaali vastas liigend, 5-põrkmeħhanism, 10-saabas ja kinnitusriħmad, 11ja12-rakised, 13-ühenduskohad, 15-alumine toetusvars, 16-paigaldusplokk, 17-kannavedru, 36-lukusti. (Bergstedth 1981)

Käesolev patent on välja antud Euroopa Patendiametis ja on mõeldud elektrikele töötamiseks kahaneva diameetriga elektripostide otsas. Jooniselt 3.4. on näha ronimisraua põhiskeem. Kuna antud ronimisraudadel puuduvad terad, tähendab see seda et antud raud ei ole piisavalt ohutud kasutamiseks Eestis ronimiseks puidust postide otsa ja oma kuju tõttu betoonist postide otsa. Antud ronimisraudasid kasutades asutub elektripost kasutaja jalgade ees. Kuluosade vahetamine on tehtud väga aeganõudvaks.

### 3.5. Otsingutulemuste analüüs

Erinevaid patente uurides selgus, et Eestis kasutatavatele ronimisraudadele kõige lähedasemaid patenteeritud ronimisraudu oli patenteeritud USA patendiametis ja neid on



kokku 3. US857430 (Youngquist 1907), US1632688 (Allahverdian 1927) ning US3004622 (Ringer 1961).

Euroopa Patendiametist leidis 1 ronimisraud patendinumbriga EP0041490A1 (Bergstedth 1981), mis on mõeldud kahaneva diameetriga postide otsa ronimiseks. Kõik leitud patendid olid põhimõtetelt sarnase ehitusega tänapäevastele ronimisraudadele kuid mitte ükski neist ei ole universaalne ega Eesti tingimustesse sobiv.

Antud patente läbi vaadates jõuti arusaamani, et need ei ole kõige paremad valikud Eestis kasutamiseks kuna ükski neist ei ole nii puidust- kui ka betoonist elektripostide otsa ronimiseks mõeldud ja meie vaadeldud patentidest enamusel on kuluosade vahetamine keeruline. Analüüsi tulemusel selgus, et kõikide autori poolt vaadeldud patentide projekteerimisel kasutatud põhimõtteid saab kasutada käesolevas töös.

## 4. ETTEANTUD TINGIMUSED

Elektrikul peab postiotsa ronides jääma piisavalt vabalt ruumi et teostada postiotsas liini remont töid, kasutada tööriistu ja säilitada tasakaal. Tööd on vaja teha nii madalpinge liinidel (kuni 1000V) ja keskpinge liinidel (1000V-35000V).

Nõuded:

- Peavad sobima puit- ja betoonpostide otsa ronimiseks
- Andma tööliisele vabad käed remonttööde läbiviimiseks
- Reguleeritavad erinevate jalasuuruste jaoks
- Peavad olema kasutatavad aastaringselt
- Ühe jala raud peab kandma raskust vähemalt 200kg ohutuse ja varustuse kandmise tõttu
- Ilma liigselt liikuvate või teravate osadeta.

## **5. PARIMA VARIANDI VÄLJASELGITAMINE**

### **5.1. Erinevad lahendused**

#### **5.1.1 Tugiraudade asukoht jalas olles**

Projekteeritavaid jalaraudu on võimalik asetada jalga selliselt, et post jääb jalgade vahele ja selliselt, et post jääks otse ette. Jalarauad millega post jääb jalgade vahele, annab töölisele üsna vabad käed tööd tehes.

Eelised:

- Koos turvarihmaga hea tasakaal
- Vabalt ruumi tööde teostamiseks
- Parem ülevaade objektist

Puudused:

- Võib olla esmasel kasutamisel pisut ebamugavad, kuna kasutajad ei ole harjunud kasutama

Jalaraudadega, mida kasutades jääb elektripost otse ette, jätab töölise objektist veidi kaugele, samas ronimine on nendega üsna lihtne.

Eelised:

- Lihtsam postiotsa ronida

Puudused:

- Objektist kaugel

### **5.1.2. Kuluosade vahetamine**

Erinevatel jalaraudadel on erinevat moodi vahetatavad kuluosad. Kuluosade kulumiskindlus/kasutusaeg on erinev. Kui pideva kontrolli käigus tuvastatakse kuluosade tugev kulumine, tuleb ohutuse tagamiseks raudade kuluosad vahetada uute vastu.

Raudadel, mida kasutades jääb elektripost jalgade vahele, on vahetatavad tugiraud mõlemapoolsed ning vahetus käib lihtsalt aluspinna külgedelt tapiga.

Posti ronija jalge vahele jätvate ronimisraudade eelised:

- Kuluosade vahetamine lihtne, tuleb eemaldada tapp, et kuluosad lahti saada.
- Puit ja betoonpostide kinnitusi on võimalik vahetada ükshaaval.

Posti ronija jalge vahele jätvate ronimisraudade puudused:

- Asendama peab kindla tugevusega metallosadega

Ees oleva posti asukohaga raudadel asuvad kuluosad ees.

Posti ronija ette jätvate ronimisraudade eelised:

- Kuluosade vahetamine lihtne

Posti ronija ette jätvate ronimisraudade puudused:

- Kuluosade tootmine keerukam
- Puit ja betoonpostile kinnitamiseks vajalikke kuluosasid peab vahetama korraga.

## **5.2. Variantide hindamine**

### **5.2.1 Tugiraudade asukoht jalas olles**

Ronimisraudade projekteerimisel on tähtis eelkõige, et töölisel oleks jalaraudasid kasutades piisavalt hea tasakaal ja rohkelt vaba ruumi tööde teostamiseks posti otsas.

Võrreldes erinevaid jalaraudasid (vt pt 5.1.1) selgus, et paremate omadustega on sellised ronimisraudad, mis jätavad elektriposti töölise jalgade vahele. Võrreldes selliste ronimisraudadega, mis jätavad posti ronija ette, annavad posti ronija jalge vahele jätvad ronimisraudad töölisele stabiilsema töökeskkonna. Lisaks on töölisel lihtsam teostada remonttöid liinil kuna ta saab seal tegeleda ainult ettenähtud tegevustega ja neil on rohkem vaba ruumi.

Kindlasti peab postiotsas olles ennast kinnitama ka turvaköiega, mis aitab vajadusel pidurdada kukkumist ja annab ka tasakaalu juurde remonttööde teostamiseks.

### **5.2.2 Kuluosade vahetamine**

Alapeatükis 5.1.2 võrreldi kahe erineva ronimisraua variandi eeliseid ja puuduseid. Kuna eesasetseva postiga raudade kuluosade vahetamine on võrreldes posti jalge vahele jätvate ronimisraudade kuluosade vahetamisega keerulisem kuna seal tuleks vahetada kõik kuluosad korraga, siis võib järeldada, et posti ronija jalge vahele jätvate raudade kuluosade vahetamine on tunduvalt lihtsam ning alati ei ole vaja kõiki osasid korraga vahetada.

Projekteerides ronimisraudad, millel on ühel pool kinnitused puidust postile ronimiseks ja teisel pool kinnitused raudbetoonist postile ronimiseks, peaks olema võimalik kuluosasid eraldi vahetada. Jalaraudade projekteerimisel tuleks silmas pidada, et vahetamist vajavad kuluosad oleksid võimalikult kergesti vahetatavad, kuid siiski maksimaalselt tugevad ja kasutajasõbralikud.

## **5.3 Hindamise kokkuvõte**

Toetudes varasemalt analüüsitud olemasolevate jalaraudade omadustele võib järeldada, et olemasolevatest oluliselt tõhusamad jalaraudad peaksid vastama järgmistele kriteeriumitele:

1. Ronimisraudasid kasutades jääb elektripost ronija jalge vahele.
2. Jalaraudu saab kasutada nii puidust kui ka betoonist postide otsas.

3. Kuluosad on lihtsalt vahetatavad eemaldades tapp
4. Ronimisraud peaksid olema võimalikult kerge kaaluga.
5. Ronimisraud peaksid olema võimalikud väikeste mõõtmetega.
6. Ronimisraud on sobivad kasutamiseks erinevates ilmastikuoludes st oluline on vee- ja külmakindlus.
7. Ronimisraudasid on võimalik kiiresti ja lihtsalt jalga kinnitada.
8. Võimalikult stabiilne ja mugav ronimisvahend.

## 6. PROJEKTEERIMINE

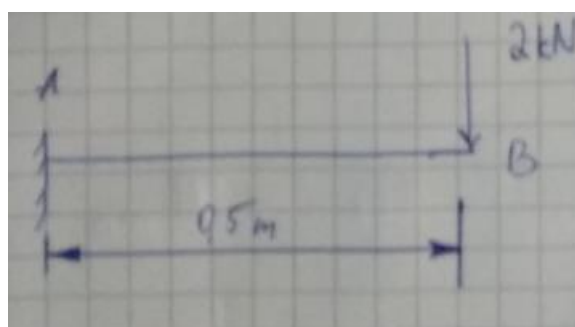
### 6.1. Jalaraudade ehitus, disain ja materjali valik

Jalaraudade kõige tähtsamad osad on rauad ja terad, mis kinnituvad posti külge ning kannavad inimest enda otsas. Jalaraudasid projekteerides tuleb arvesse võtta seda, et kõik osad võiksid olla valatud, et saavutada stabiilsem tugevus. Liikuvad osad tuleb liita tappidega. Puidust posti ümber minev osa tuleb teha ümar ja  $260\text{mm}$  läbimõõduga. Nagu selgus erinevaid patente vaadeldes (vt pt 3), peab see jääma jala talla alla mineva osaga 33-38 kraadise nurga alla, kuna niiviisi lukustuvad terad paremini posti külge, raskuse raua peale viies. Betoonposti poolne raud tuleb teha pigem kandilisem ja  $180\text{mm}$  läbimõõduga.

Et välja selgitada vajalik valatava raua läbimõõt, tuleb viia läbi arvutus. Lisaks sellele on ronimisraua projekteerimiseks vajalik arvutada väändemoment posti ümber minevas haardes ja paindemoment jalga toetavas aluses.

Koormus  $200\text{ kg} = 2000\text{ N} = 2\text{ kN}$

Vardale mõjuv jõud  $F$  joonisel 6.1.:



**Joonis 6.1.** Vardale mõjuv jõud  $F$  (Foto: Autori erakogu)

$$M_{max} = M_a = 2 \times 0,5 = 1\text{ kN} \times \text{m}$$

kus  $M_{max}$  – maksimaalne paindemoment

Vajaliku alumiiniumprofiili välja selgitamiseks on vajalik dimensioneerimine, mille jaoks kasutatakse järgnevat valemit:

Lubatud pinge pikkel –  $\delta_{adm} = 100MPa$

$$\max\delta = \frac{M_a}{W_z} \Rightarrow W_z = \frac{M_a}{\max\delta} = \frac{1 \times 10^3}{100 \times 10,6} = 10cm^3$$

Valemist selgus, et sobilik on alumiiniumprofiil, mille vastupanumoment z-teljel –  $W_z=10cm^3$

Selle abil on võimalik arvutada vajaliku varda läbimõõt, kasutades selleks järgnevat valemit:

$$T = 2000N \times 0,5m = 1kN \times m$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 1000}{3,14 \times 80 \times 10^6}} = 40mm$$

Kus  $T$  – väändemoment

Lubatud pinge -  $\tau_{adm}=50MPa$

$d$  -varda läbimõõt

Rauad valatakse 40 mm diameetriga ümara kujuga ja kinnitatakse tappidega raami külge, mis jookseb talla alt läbi. Raami peale kinnitatakse jalalaba alla sobiva ovaalse kujuga alumiiniumist plaat, millesse on kaalu vähendamise otstarbel puuritud augud. Rauad kinnitatakse jalgade külge nahkrihmadega. Koostejoonise jalaraudadest leiate lisast A.

Parima võimaliku materjali välja selgitamiseks tutvus antud töö autor erinevate metallisulamite keemiliste omadustega, mis vastaksid vajalikele nõuetele, milleks olid: võimalikult suur tugevus ja võimalikult väike mass. Raudade vastupidavuse suurendamiseks valatakse raamiosa ning postiümber minev osa vormis. Erinevaid sulameid analüüsides selgus, et kõige paremini sobiks:  $AlCu4Ti$ , ehk  $AC-21100$  mille tõmbetugevus on  $260-280N/mm^2$  (Kulu, Kübarsepp, Laansoo, & Veinthal 2015).



## 6.2. Raam ja jalakinnitused

Talla alla asetuv alumiiniumisulamist valatud raam on jalaraua põhiline komponent, mille ümber ehitatakse kõik muu. Raami peale keevitatakse põhjaplaat, mis puuritakse kaalu vähendamise eesmärgil auklikuks.

Üle jalalaba asetatakse reguleeritavad tekstiilist rihmad, mis toestavad ja hoiavad jalga paigal. Tekstiilist rihmade kasuks otsustasime seetõttu, et tänapäeva rihmad on väga tugevad ja ilmastikukindlad. Tekstiilist, 25mm laiad rihmad kestavad tõmbejõudu 750daN ehk 7500N ja kahte rihma saab ühendama pannal, mis kestab tõmbejõudu 500daN ehk 5000N (SEWOTA GmbH 2018).

Kuna universaalsetel ronimisraudadel on olemas kinnitused nii puit- kui betoonpostile ronimiseks, kuid korraga kasutab ronija üht nendest kinnitustest, siis selleks, et hetkel mitte kasutatav kinnitus ronijat ei segaks lisatakse raami külge ka lukusti, millega saab mittevajaliku kinnituse jalaga horisontaalselt püstisesse asendisse kinnitada.

## 6.3. Ohutus

Kõige tähtsam postitsas tööd tehes on ohutus. Enne varustuse kasutamist tuleb selle töökorras olek visuaalsel vaatlusel üle kontrollida. Kindlasti peab töömees olema turvaköiega kindlustatud ja jalarauad, mida kasutatakse, peavad piisavalt raskust kandma. See tähendab, et jalarauad peavad olema valmistatud piisavalt tugevast materjalist, et jalaraudade kasutaja raskuse kandmiseks.

Guido Zimmermann (2014) on analüüsinud jaotusvõrgu elektrimontööri töökeskkonna riskitegureid ja tema analüüsist selgus, et elektrikud peavad *Kreosootõliga* immutatud puitpostide otsas remonttöid teostades kandma kaitseriietust ja respiraatorit, kuna antud immutusvahendiga kokkupuutel võib töötaja kahjustada silmi, nahka ja hingamisteid (KMG Chemicals 2011). Lisaks sellele on töö mastitsas ebamugav, kuna tööline peab pikalt olema ebamugavas asendis ja ei saa asendist vajalikul hetkel puhata. Tänu sellele

väsib keha ja võivad tekkida lihaspinged kehas. Võimalike vigastuste ärahoidmiseks peaksid ronimisraudade kasutajad tegema töös piisavalt pause ning teadlikult tegema enne tööle asumist venitusi. (Merisalu, Tosso 2012)

Töötatakse mitmekesi töörühmana, mille üks liige on töörühma juht. Oluline on, et töölised jälgiksid juhi juhiseid ning võtaksid arvesse elektrist tulenevaid ohte. Alati tuleb kasutada isoleerjalatseid, isoleerkindaid ning kaitsekiivrit. (Aunapuu, Laurand, Sillamets 2007)

Eelnevale analüüsile toetudes, valis käesoleva töö autor universaalsete ronimisraudade jaoks sobiva lahenduse ja sulami ning koostas universaalsete ronimisraudade prototüübi joonise (vt lisa A). Jalarauad koosnevad mitmest osast ja seetõttu on lisatud joonisele lisajoonised, millel on täpsemalt välja toodud erinevate detailid.

## KOKKUVÕTE

Käesolevas bakalaureusetöös käsitleti elektrimontööride igapäevatööd mõjutavat sobivate töövahendite puudumise probleemi. Puuduvad universaalsed ronimisraudad, mis sobiksid nii puit- kui raudbetoonpostile ronimiseks ning tänu sellele on postiotsa ronijate varustus koguselt suur ning kaalult raske. Selle probleemi lahendamiseks projekteeriti käesolevas töös universaalsete ronimisraudade prototüüplahendus, mida saab kasutada nii puidust kui ka betoonist postide otsa ronimiseks. Erinevates töö osades vaadeldi erinevaid patente ja uuriti kunagisi välja antud patente erinevate ronimisraudade peale mida patendiuuringu käigus tuvastati neli kõige lähemat tänapäeval kasutatavatele. Saadi ülevaade täna Eestis kasutatavatest ronimisraudadest ning missuguste postidega on Eesti elektrivõrk üles ehitatud. Lisaks saadi teada ka seda, et ronimisraudad on kõige ohtlikumad ronimisvahendid, kuna nende kasutaja peab töötama sundasendis, lisaks on need rasked, seega nende kasutajatel on terviserisk, mis tuleneb pikaajalisest sundasendis töötamisest ning raske varustuse kandmisest. Kuid kuna töid teostatakse sageli asukohtades, kuhu on autoga ligipääs piiratud ja ei ole muid ohutuid vahendeid posti otsa ronimiseks, on ronimisraudad ainuke variant tööde teostamiseks. Lisaks eelpool mainitule, käidi läbi tingimused, mis olid ette antud universaalsete jalaraudade projekteerimiseks ning selgitati välja parim variant, missugused peaksid projekteeritavad ronimisraudad välja nägema. Välja pakutud projekteeritavate jalaraudadega saab ronida puidust ning betoonist postide otsa ja seega need vähendavad elektrikute varustuse kogust. Lisaks sellele võeti ronimisraudade kujundamisel arvesse kasutaja mugavust seega projekteeriti võimalikult turvalised, kerge kaaluga, väikese mõõdulised, kergesti jalga kinnitatavad ning stabiilset ja mugavat toetuspinda pakkuvad ronimisraudad.

## **SUMMARY**

Low- and medium voltage lines in Estonia are supported by poles made of concrete or wood. While discussing with Empower OÜ workers, a problem occurred that influences line workers everyday work - there are no universal climbing gear suitable for both concrete and wooden poles.

Aim of the thesis was to develop and design prototype for universal climbing gear. The thesis sought guidance from different climbing gear patents and analysed their pros and cons. The thesis offered an overview on the conditions set for climbing gear and searched for the best solution for climbing gear. Having analysed the patents and conditions set, the thesis offered a design for a suitable prototype.

Author of the thesis plans to complete the draft for the prototype in the near future and patent it.

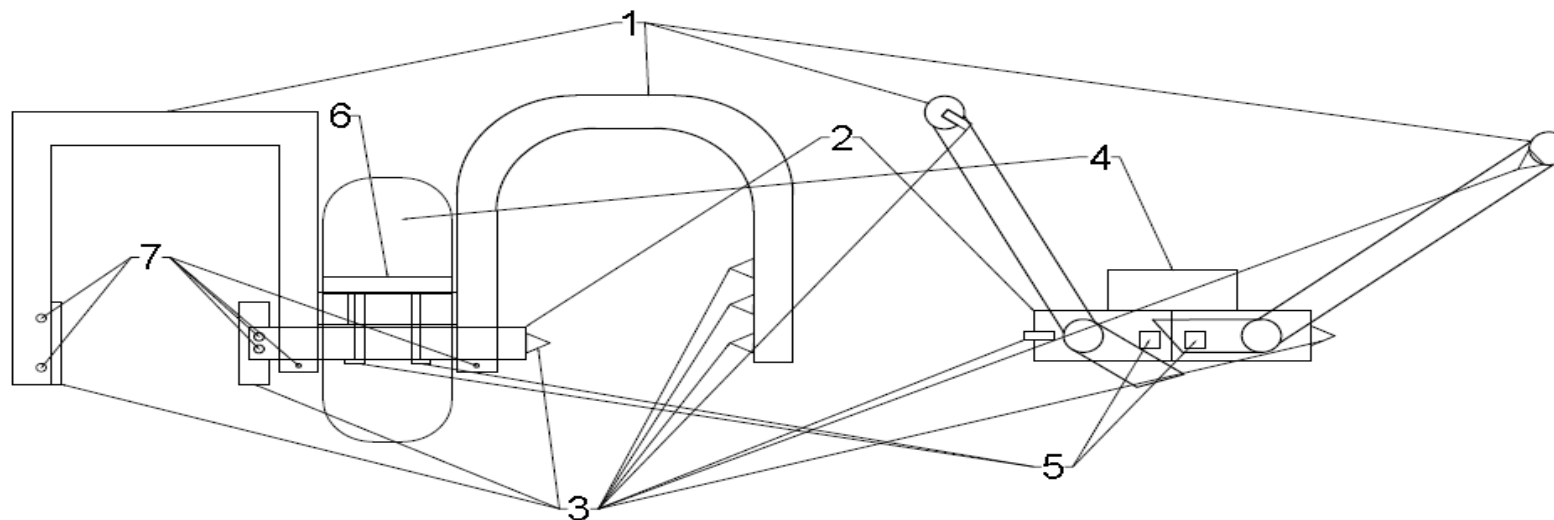
## KASUTATUD KIRJANDUS


1. Aunapuu, V., Laurand, T., & Sillamets, R. (2007). *Elektripaigaldiste käidu ohutusjuhend. Kolmas väljaanne*. Tallinn: Eesti Energia.
2. Beek, A. (2015). *P341/2 0,4...20 kV VÕRGUSTANDARD – 0,4 kV ÕHULIINID*. Tallinn: Elektrilevi OÜ. Kasutamise kuupäev: 15.05.2018 aadressil <http://www.vkgev.ee/cms-data/upload/p341-0-4-20-kv-vorgustandard-0-4kv-ohuliinid-ver-2.pdf>.
3. Bergstedth, H. (1981). *Patent nr EP0041490A1*. Rootsi.  
Euroopa Komisjon. (2008). *Soovituslik häid tavaid hõlmav juhend direktiivi 2001/45/EÜ (kõrgtööd rakendamiseks)*. Luxembourg: Euroopa Ühenduste Ametlike Väljaannete Talitus. Kasutamise kuupäev: 20.05.2018 aadressil <http://docplayer.org/67579525-Soovituslik-haeid-tavasid-holmav-juhend-direktiivi-2001-45-eue-korgtoeod-rakendamiseks.html>.
4. Kiiski, J. (2010). *BETONINEN SÄHKÖPYLVÄS*. Kymenlaakso: Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Kasutamise kuupäev: 21.05.2018 aadressil [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14310/Kiiski\\_Jonathan.pdf](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/14310/Kiiski_Jonathan.pdf).
5. KMG Chemicals. (26. 08 2011. a.). *Material safety data sheet*. Kasutamise kuupäev: 23. 05 2018. a., allikas KMG: [https://kmgchemicals.com/downloads/P1\\_Creosote\\_Oil\\_MSDS.pdf](https://kmgchemicals.com/downloads/P1_Creosote_Oil_MSDS.pdf)
6. Kulu, P., Kübarsepp, J., Laansoo, A., & Veinthal, R. (2015). *Materjalitehnika I : Tehnomaterjalid*. Tallinn: TTÜ Kirjastus.
7. Merisalu, E., & Tosso, H. (2012). *Riskijuhtimise alused. Terviseriskid*. Tallinn: TTÜ Kirjastus.
8. Pivovarov, B. 2016. Деревянная опора ЛЭП. Kasutamise kuupäev: 10.05.2018. aadressil <http://fb.ru/article/253843/derevyannaya-opora-lep-foto-razmeryi-ves-montaj-i-remont-derevyannyih-opor>
9. Rasmjērō info. 2018. Размеры электрических столбов. Kasutamise kuupäev: 20.05.2018. <https://razmery.info/razmery-elektricheskih-stolbov.html>
10. Scanpole Oy. (2018). *Puupylvään-edut*. Kasutamise kuupäev: 21. 05 2018. a., allikas Scanpole: <http://www.scanpole.com/fi/puupylvään-edut/>
11. SEWOTA GmbH. (2018). *Sewota: Products*. Kasutamise kuupäev: 2018. 05 23. a., allikas Sewota Lifting & Lashing Components: <https://www.sewota.de/index.php>
12. Sirel, M., & Beek, A. (2015). *P343/2 0,4-20kV VÕRGUSTANDARD-0,4kV LIITUMISPUNKT*. Elektrilevi OÜ. Kasutamise kuupäev: 10.05.2018 aadressil <http://www.vkgev.ee/cms-data/upload/p343-0-4-20-kv-vorgustandard-0-4-kv-liitumispunkt-ver-2.pdf>.

13. Statistikaamet. (2018). Kasutamise kuupäev: 21. 05 2018. a., allikas Eesti Statistika:  
<http://www.stat.ee>
14. Tarkmees, A. (2017). *P355*. Tallinn: Elektrilevi OÜ.
15. Teemets, R. (2010). *Elektrivarustus*. Tallinn: TTÜ elektriajamite ja jõuelektronika instituut.
16. Zimmermann, G. (2014). *JAOTUSVÕRGU ELEKTRIMONTÖÖRI TÖÖKESKKONNA RISKIANALÜÜS EMPOWER AS NÄITEL*. Tartu: Eesti Maaülikool.

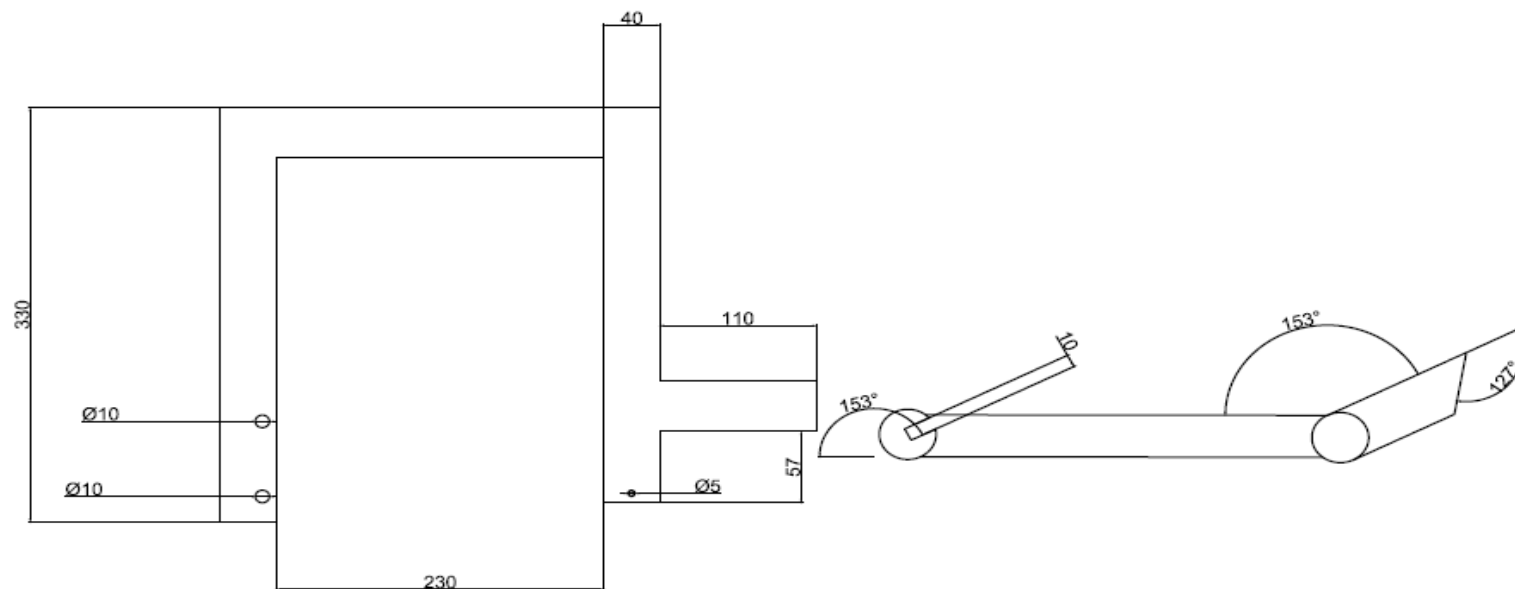
**LISAD**

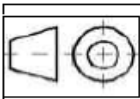

## LISA A. Universaalsete ronimisraudade detailide joonised.

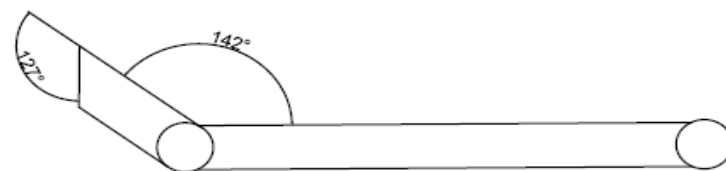
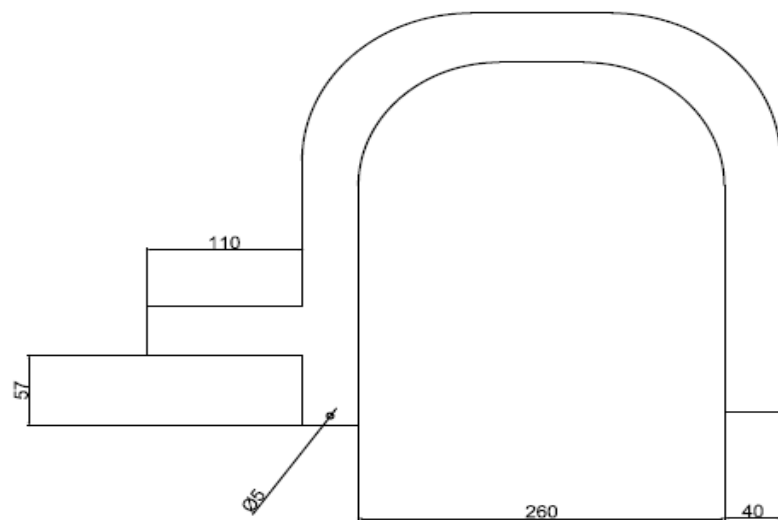


1		Valatud rauad	2	
2		Raam	1	
3		Terad	6	
4		Jala alusplaat	1	
5		Lukusti	2	
6		Kinnitusrihmad	1	
7		Kinnitustapid	6	
Osa		NIMETUS		Hulk
				Mõõt 1:7
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: UNIVERSAALSED RONIMISRAUAD		
Kontrollis	Arne Küüt			
			Leht 1/1	Tähis TA 18/150277 A 01 K

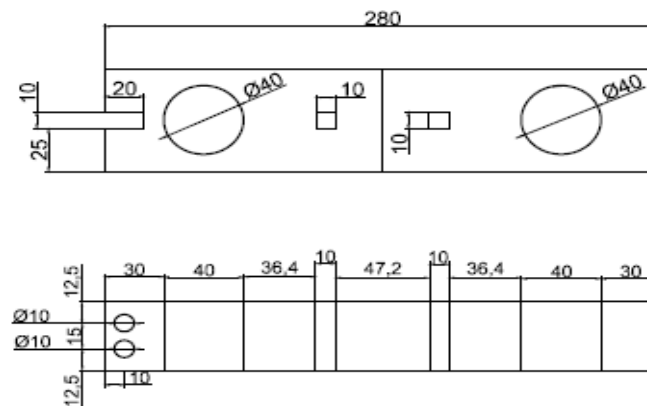




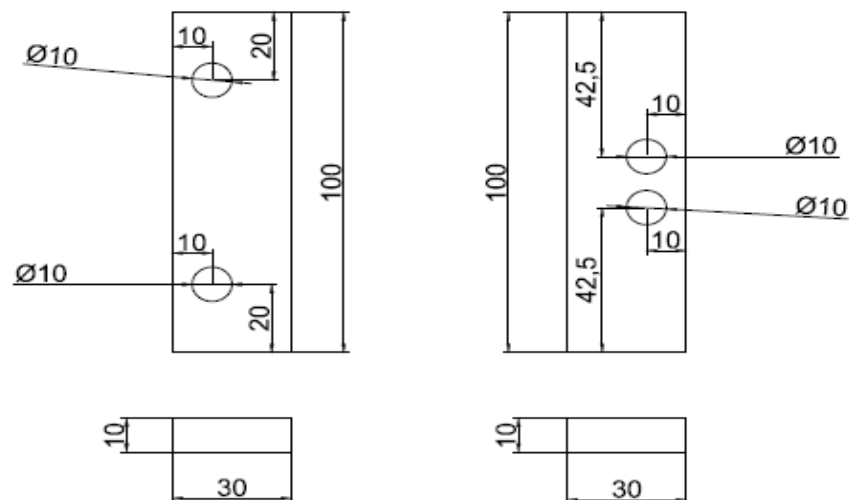
	Materjal Alumiinium		Mõõt 1:5
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Rauad	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 1/2	Tähis TA 18/150277 A 01 01 D

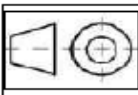




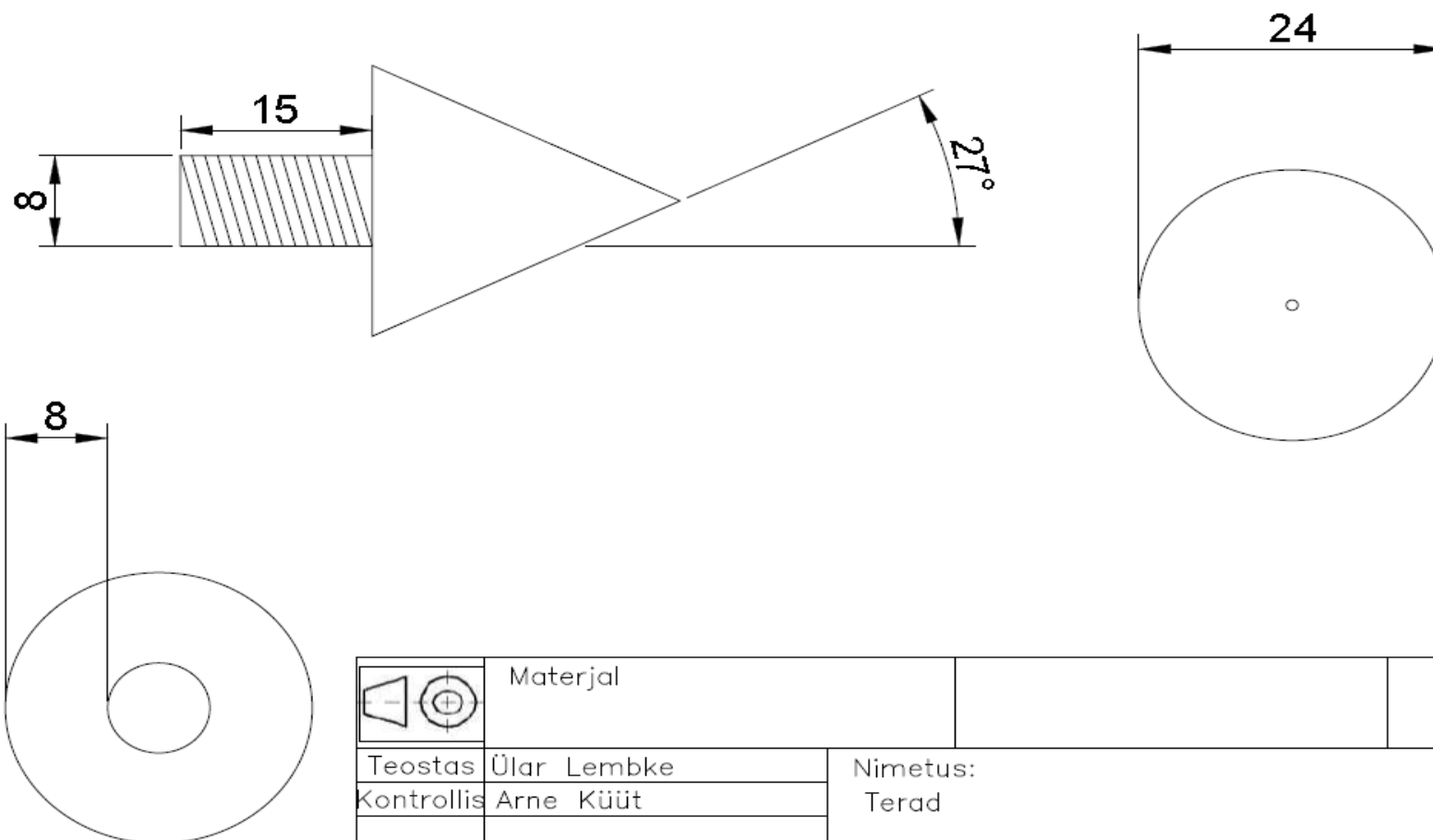
	Materjal Alumiinium		Mõõt 1:5
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Rauad	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 2/2	Tähis TA 18/150277 A 01 01 D




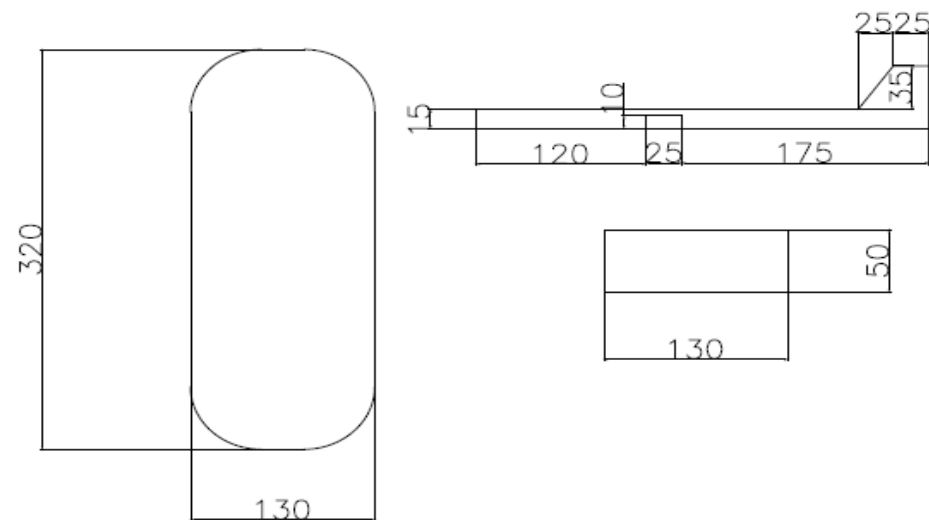
	Materjal Alumiinium		Mõõt 1:4
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Alusraam	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 1/1	Tähis TA 18/150277 A 01 02 D



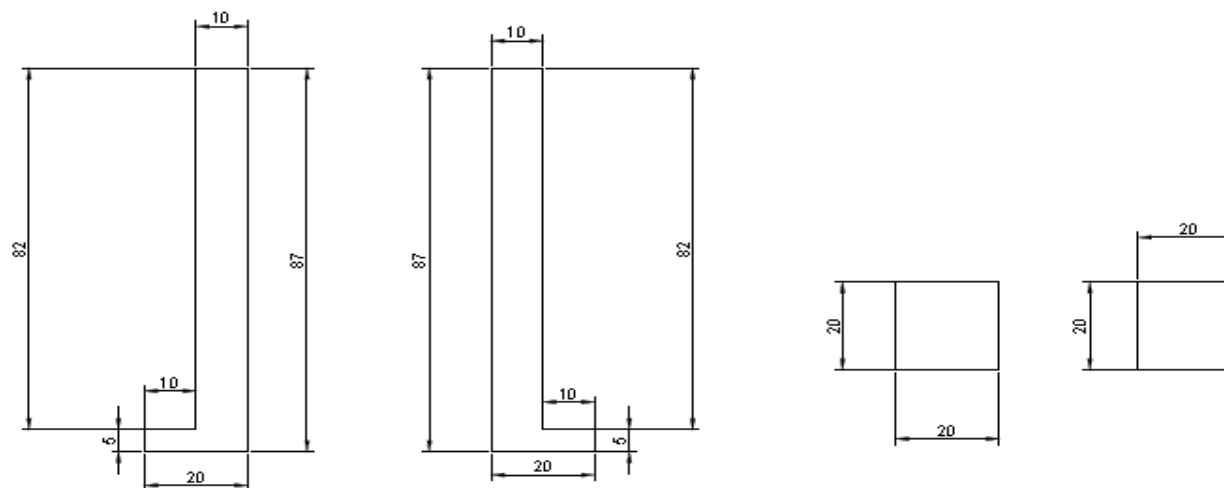
	Materjal		Mõõt 1:2
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Terad	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 1/2	Tähis TA 18/150277 A 01 03 D



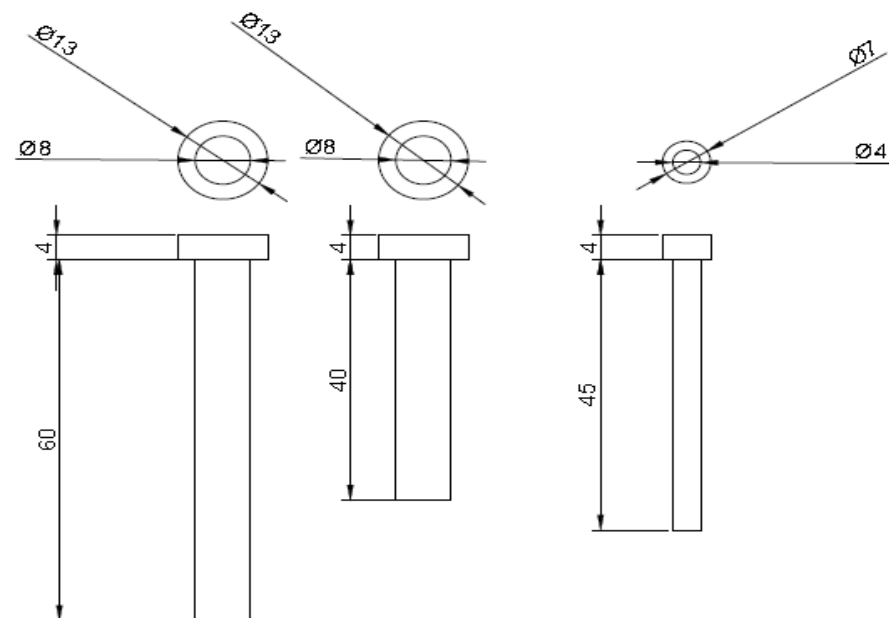
	Materjal		Mõõt 3:1
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Terad	
Kontrollis	Arne Küüt		
	 <b>Eesti Maaülikool</b> Estonian University of Life Sciences Tehnikainstituut Institute of Technology	Leht 2/2	Tähis TA 18/150277 A 01 03 D



	Materjal Alumiinium		Mõõt 1:5
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Jala alusplaat	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 1/1	Tähis TA 18/150277 A 01 04 D



	Materjal Alumiinium		Mõõt 1:1.5
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Lukustid	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 1/1	Tähis TA 18/150277 A 01 05 D



	Materjal		Mõõt 1:1
Teostas	Ülar Lembke	Nimetus: Kinnitustapid	
Kontrollis	Arne Küüt		
		Leht 1/1	Tähis TA 18/150277 A 01 07 D



**Lihthitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks  
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina,

.....  
(sünnipäev pp/kuu/aa .....)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihthitsentsi) enda loodud lõputöö

[Lõputöö nimetuse sisestamiseks klõpsake siin],

mille juhendaja on [Lõputöö juhendaja nime sisestamiseks klõpsake siin],

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihthitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega  
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

\_\_\_\_\_  
allkiri

Tartu, Kuupäeva sisestamiseks klõpsake siin.

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)